

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. November 2004 (18.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/099648 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: **F16F 15/26,**
B21D 53/84

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/004541

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. April 2004 (29.04.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 20 747.3 9. Mai 2003 (09.05.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse
225, 70567 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HARMS, Torsten
[DE/DE]; Nincoper Strasse 158, 21129 Hamburg (DE).
ROHWER, Frank [DE/DE]; Wilhelm-Hartz-Strasse 38,
24783 Osterrönfeld (DE).

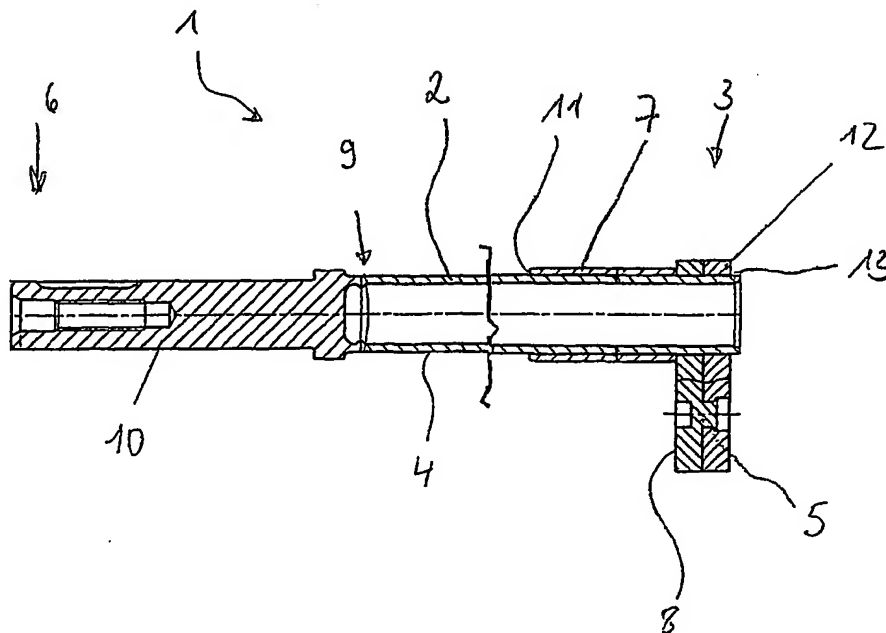
(74) Anwälte: NÄRGER, Ulrike usw.; DaimlerChrysler AG,
Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546
Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: BALANCING SHAFT FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: AUSGLEICHSWELLE FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE UND EIN VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DERSELBEN



EXPRESS MAIL LABEL NO.: **EX687310662US**
I HEREBY CERTIFY THAT THIS PAPER IS BEING DEPOSITED WITH THE
UNITED STATES POSTAL SERVICE "EXPRESS MAIL" POST OFFICE TO
ADDRESS SERVICE UNDER 37 CFR 1.10 IN AN ENVELOPE ADDRESSED
TO: THE COMMISSIONER OF PATENTS, P.O. BOX 1, 50 ALEXANDRIA, VA
22313-1450, ON THIS DATE. THE COMMISSIONER WILL HEREBY AUTHORIZED
TO CHARGE ANY FEES ARISING HEREFROM AT ANY TIME TO DEPOSIT
ACCOUNT 16-0877.

11/9/05
DATE
SIGNATURE

(57) Abstract: The invention relates to a balancing shaft (1) for an internal combusting engine and to a method for producing said balancing shaft which consists of a tubular hollow body (2) and comprises a counterweight (5) and functional elements arranged on said hollow body. The aim of said invention is to produce a small-sized balancing shaft in a simplest possible manner, a necessary counterweight being arranged, if necessary, on an appropriate area. For this purpose, said counterweight is arranged on the external periphery (4) of the hollow body and fixed to said area.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/099648 A1



PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Ausgleichswelle (1) für eine Brennkraftmaschine und ein Verfahren zu deren Herstellung. Hierbei besteht die Ausgleichswelle aus einem rohrförmigen Hohlkörper (2) und beinhaltet ein Ausgleichsgewicht (5) sowie auf dem Hohlkörper angeordnete Funktionselemente. Um eine Ausgleichswelle, die bauraumsparend ausgebildet ist und bei der bedarfsgerecht an der geeigneten Stelle das ausreichende Ausgleichsgewicht angeordnet ist, in möglichst einfacher Weise auszubilden, wird vorgeschlagen, dass das Ausgleichsgewicht am Aussenumfang (4) des Hohlkörpers angeordnet und dort befestigt ist.

10/556121
JC14 Rec'd PCT/PTO 09 NOV 2005

DaimlerChrysler AG

Ausgleichswelle für eine Brennkraftmaschine und ein Verfahren
zur Herstellung derselben

Die Erfindung betrifft eine Ausgleichswelle für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und ein Verfahren zur Herstellung derselben gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 8.

Eine gattungsgemäße Ausgleichswelle bzw. ein gattungsgemäßes Verfahren zu deren Herstellung ist aus der DE 198 32 987 A1 bekannt. Die dort beschriebene Ausgleichswelle ist rohrförmig ausgebildet und weist in ihrem Inneren ein Ausgleichsgewicht auf, das sich nahezu über deren gesamten Länge hinweg erstreckt. Der Rohrteil ist dabei am Umfang mit zwei Ausnehmungen versehen, die jeweils ein zentral liegendes Loch aufweisen. Jedes Loch wird von einem Stift durchsetzt, der gleichermaßen das Ausgleichsgewicht durchragt. Der Stift dient dabei zur Befestigung des Ausgleichsgewichts am Rohrteil. Das Rohrteil ist beiderends durch einen Deckel mittels Einpressen oder Löten verschlossen. Bei der beschriebenen Ausgleichswelle ist die Befestigung sehr beschwerlich, da der Stift entweder von dem Inneren der Ausgleichswelle aus gekontert werden muss oder, falls der Stift bereits in dem Ausgleichsgewicht angeordnet ist, das Ausgleichsgewicht umständlich hin und hergeschoben werden muss, bis der Stift durch das Loch in der Rohrteilwandung eingefädelt ist und dann von außen gekontert

werden kann. Des Weiteren sind die praktischen Anforderungen an eine Ausgleichswelle selten so, wie sie aus der bekannten Druckschrift entnehmbar sind. Meist ist nämlich die lokale Anordnung des Ausgleichsgewichts gewünscht. Um seine Funktion erfüllen zu können, muss dabei das Ausgleichsgewicht eine bestimmte Größe besitzen. Je größer dieses jedoch zu sein hat, desto mehr Volumen wird das Ausgleichsgewicht beanspruchen. Um dies bei der bekannten Ausgleichswelle zu erreichen, muss der Durchmesser des Rohrteils mit der Steigerung der lokalen Platzbeanspruchung des Ausgleichsgewichts in entsprechender Weise steigen. Resultat daraus ist, dass eine derartige Ausgleichswelle einen so enormen Bauraum beansprucht, wie er bei den modernen Motoren heutzutage in aller Regel nicht zur Verfügung steht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Ausgleichswelle dahingehend weiterzubilden, dass eine bauraumsparende Gestaltung der Welle ermöglicht wird, die bedarfsgerecht an der gewünschten Stelle der Ausgleichswelle ein ausreichendes Ausgleichsgewicht aufweist. Dem Genüge tragend, ist es weiterhin Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, mit dem die Ausgleichswelle in möglichst einfacher Weise herstellbar ist.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 hinsichtlich der Ausgleichswelle und durch die Merkmale des Anspruchs 8 hinsichtlich des Verfahrens gelöst.

Aufgrund dessen, dass erfindungsgemäß das Ausgleichsgewicht am Außenumfang des Hohlkörpers angeordnet und befestigt ist, kann der das Basisteil der Ausgleichswelle bildende Hohlkörper bzgl. seines Durchmessers relativ klein und die Wandstärke sehr gering (etwa 2mm) gestaltet werden, was eine erhebliche Gewichtsverringerung der gesamten Welle ergibt. Des Wei-

teren wird durch die lokale Platzierung des Ausgleichsgewichts am Außenumfang die Länge des Hohlkörpers nicht vergrößert, so dass insgesamt der für den Hohlkörper benötigte Bauraum besonders gering ist und nur anstelle der Platzierung des Ausgleichsgewichts genügend Bauraum im Motor vorgesehen sein muss. Zudem ist das Ausgleichsgewicht ohne weiteres zugänglich und in einfacher Weise an der richtigen Stelle des Hohlkörpers platzierbar, wobei die axiale Position auch für die Funktionselemente frei wählbar ist, und kann mit allen geeigneten Mitteln am Hohlkörper ohne großen Aufwand befestigt werden.

In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 2 ist das Ausgleichsgewicht an einer Nabe angeformt, die den Hohlkörper lokal umschließt und an diesem befestigt ist. Durch die Nabe wird nur ein geringer Bauraum beansprucht, währenddessen sie für das Ausgleichsgewicht durch die Umschließung des Hohlkörpers eine größere Anbindungsfläche für eine Befestigung an dem Hohlkörper anbietet, so dass insgesamt ein verbesserter Halt des Ausgleichsgewichts auf dem Hohlkörper erreicht wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ausgleichswelle nach Anspruch 3 bzw. des entsprechenden erfindungsgemäßen Verfahrens nach Anspruch 10 ist das Ausgleichsgewicht in einer Presspassung mit dem Hohlkörper verbunden. Durch die Presspassung wird eine sichere Befestigung des Ausgleichsgewichts mit relativ einfachen Mitteln, ohne zusätzliche Befestigungselemente erzielt. Für das Erreichen einer solchen Presspassung ist beispielsweise thermisches Aufschumpfen oder Magnetumformen sowie das Aufpressen des Ausgleichsgewichts mit einem gegenüber dem Außendurchmesser des Hohlkörpers Untermaß aufweisenden Innendurchmesser der Nabe denkbar.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Funktionselemente gemäß dem Anspruch 4 hinsichtlich der Ausgleichswelle und dem Anspruch 11 hinsichtlich des entsprechenden Verfahrens als einzelne Bauteile auf dem Hohlkörper angeordnet und mit diesem in einer Presspassung verbunden. Hierbei können die gleichen Vorteile wie bei der Ausführungsform gemäß Anspruch 3 und 10 angeführt werden.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ausgleichswelle gemäß Anspruch 5 werden das Ausgleichsgewicht und/oder die Funktionselemente zusätzlich formschlüssig mit dem Hohlkörper verbunden. Dies führt zu einem weiter verbesserten Halt des Ausgleichsgewichts und der Funktionselemente auf dem Hohlkörper gegenüber mechanischen Belastungen in axialer oder radialer Richtung.

In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ausgleichswelle nach Anspruch 6 ist der Hohlkörper an der Stelle seiner Verbindung mit dem Ausgleichsgewicht plastisch aufgeweitet, wobei das Ausgleichsgewicht an dieser Stelle elastisch rückfedernd aufgeweitet ist. Hierdurch ergibt sich eine besonders starke Pressverbindung zwischen Hohlkörper und Ausgleichsgewicht für einen unverrückbaren Halt des Ausgleichsgewichts bei axialen und auch bei sehr hohen radialen mechanischen Beanspruchungen, insbesondere bei hoher Drehzahl der Ausgleichswelle und hohen Schwungmassen des Ausgleichsgewichts während des Betriebes der Ausgleichswelle.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ausgleichswelle zeigt Anspruch 7. Hierbei ist der Hohlkörper einseitig mit einem Anbindungsbauteil für Antriebsbauteile, wie Kettenräder oder Zentrifugen, einstückig verbunden, wobei

das Anbindungsbauteil den Hohlkörper verschließt. Infolge der Einstückigkeit der Verbindung ergibt sich an der Verbindungsstelle eine hohe Festigkeit für das Gesamtbauteil der Ausgleichswelle. Gleichzeitig wird durch diese Verbindung die Ausgleichswelle einseitig verschlossen, wonach diese nur nach an dem gegenüberliegenden Ende verschlossen zu werden braucht. Dies erfolgt beispielsweise mit einem Deckel, wodurch insgesamt verhindert wird, dass in das Innere des Hohlkörpers Feuchtigkeit eintritt, die zu einer Korrosion der Ausgleichswelle führen kann. Die Einstückigkeit der Verbindung und die Massivität des Anbindungsbauteils weist die Ausgleichswelle eine hohe Stabilität gegenüber dem Eingriff der Antriebsbauteile auf.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Anspruch 9 wird das Ausgleichsgewicht mittels einer Nabe, an der es angeformt ist, auf den Hohlkörper geschoben und anschließend an diesem befestigt. Durch das Aufschieben wird eine einfache Positionierung des Ausgleichsgewichts auf dem Hohlkörper erreicht, wobei zur anschließenden Fixierung auf dem Hohlkörper nur ein geringer apparativer Aufwand für die Halterung bzw. Einspannung erforderlich ist, da der Hohlkörper das Ausgleichsgewicht nach dem Aufschieben bereits trägt.

Eine weitere, besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens repräsentiert Anspruch 12. Durch die Verwendung eines fluidischen Innenhochdrucks zur Erzielung der Presspassung wird die Positionierung des Ausgleichsgewichts und/oder der Funktionselemente weiter erleichtert, da ein Aufschieben des Ausgleichsgewichts und/oder der Funktionselemente mit Übermaß des Nabeninnendurchmessers bzw. des Bohrungsdurchmessers besonders leichtgängig ist. Zudem ist mittels der Fluiddrucksteuerung des Innenhochdrucks der ge-

wünschte Pressverbund exakt einstellbar, weil bei dessen Herstellung in vorteilhafter Weise durch eine geeignete Drucksteuerung die Wandstärken und die Materialeigenschaften der Fügepartner hinsichtlich ihrer Bruchfestigkeit berücksichtigt werden können, so dass bei der Herstellung der Ausgleichswelle die Prozesssicherheit unbedingt gewährleistet ist. Des Weiteren kann der Fügevorgang schnell und mit relativ geringem apparativen Aufwand erfolgen.

In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Anspruch 13 wird die Wandung der Durchgangsöffnung der Nabe und/oder die Wandung der Bohrung, mit der das Ausgleichsgewicht und/oder die Funktionselemente auf den Hohlkörper aufgeschoben werden, nichtrotationssymmetrisch ausgebildet, wobei mittels fluidischem Innenhochdrucks der Hohlkörper, durch zumindest teilweise Anlage an nichtrotationssymmetrischen Flächen der Wandung der Durchgangsöffnung der Nabe und/oder der Wandung der Bohrung, mit dem Ausgleichsgewicht und/oder den Funktionselementen formschlüssig verbunden wird. Durch die Ausbildung der Innenseite der Nabe bzw. der Bohrung in nichtrotationssymmetrischer Form, beispielsweise in ovaler Gestaltung oder gebildet durch Mulden bzw. Längsrillen bei der Herstellung oder durch nachträgliche Bearbeitung, wird im Zusammenspiel mit dem Innenhochdruck, der das Hohlkörpermaterial fließen lässt und dieses an die nichtrotationssymmetrischen Flächen der Bohrungswandung oder der Wandung der Nabendurchgangsöffnung zwingt, wo es irreversibel verbleibt, in einfacher Weise eine Formschlüssigkeit erzielt. Diese Formschlüssigkeit erhöht noch weiter den durch den Reibschluss des Pressverbundes von Hohlkörper und Ausgleichsgewicht und/oder Funktionselementen ohnehin erzielten starken Halt der Fügepartner aneinander.

In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Anspruch 14 wird zumindest eines der offenen Enden des Hohlkörpers mit einem das Ende verschließenden Anbindungsbauteil für Antriebsbauteile, wie Kettenräder oder Zentrifugen, reibverschweißt. Durch den Einsatz des Reibschweißens wird mit geringer Taktzeit und relativ geringem Aufwand eine äußerst haltbare Verbindung des Hohlkörpers mit dem Anbindungsbauteil geschaffen.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand mehrerer in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert; dabei zeigt:

- Fig. 1 in einem Längsschnitt eine erfindungsgemäße Ausgleichswelle mit einem Anbindungsbauteil,
- Fig. 2 in einer Frontansicht ein Ausgleichsgewicht für eine erfindungsgemäße Ausgleichswelle gemäß Figur 1,
- Fig. 3 in einem Längsschnitt abschnittsweise eine erfindungsgemäße Ausgleichswelle mit auf ihr gelagerten Funktionselementen.

In Figur 1 ist eine Ausgleichswelle 1 für eine Brennkraftmaschine dargestellt, wobei die Welle 1 aus einem rohrförmigen Hohlkörper 2 besteht, der seinerseits aus einem Rohrabschnitt eines gezogenen Rohres besteht. Der Hohlkörper 2 kann jedoch auch aus einer gerollten Platine hergestellt werden, die an ihrem Stoß längsnahtgeschweißt ist. An einem Ende 3 der Ausgleichswelle 1 ist auf dem Außenumfang 4 des Hohlkörpers 2 ein Ausgleichsgewicht 5 angeordnet und dort befestigt. Zum anderen Ende 6 der Ausgleichswelle 1 hin, trägt der Hohlkörper 2 ein Funktionselement in Form einer Lagerhülse 7, die sich eineneits an einer Stirnseite 8 des Ausgleichsgewichts 5 abstützt. Das ausgleichsgewichtsferne Ende 9 des Hohlkörpers 2 ist mit einem Anbindungsbauteil 10 einstückig verbunden.

Das Anbindungsbauteil 10, das massiv ausgebildet ist, bildet eine Fortsetzung der axialen Erstreckung des Hohlkörpers 2. Das Anbindungsbauteil 10, das ein Drehteil, ein Warmpress-, ein Sinter- oder ein Kaltfließpressteil sein kann, dient zur Anbindung für Antriebsbauteile, wie Kettenräder oder Zentrifugen.

Zur Herstellung der Ausgleichswelle 1 wird zuerst die Lagerhülse 7 und anschließend das Ausgleichsgewicht 5 an die gewünschte Position geschoben. Während dies über die Bohrung 11 der Lagerhülse 7 bewerkstelligt wird, ist das Ausgleichsgewicht 5 an eine Nabe 12 angeformt, wie auch in Figur 2 verdeutlicht ist, so dass das Ausgleichsgewicht 5 mit der Durchgangsöffnung 13 der Nabe 12 auf den Hohlkörper 2 aufgeschoben wird. Anschließend wird die Lagerhülse 7 und das Ausgleichsgewicht 5 mit dem Hohlkörper 2 unter Bildung einer Presspassung verbunden. Die Lagerhülse 7 und das Ausgleichsgewicht 5 können dabei separat voneinander oder gleichzeitig miteinander mit dem Hohlkörper 2 verbunden werden. Die Erzeugung der Presspassung kann beispielsweise durch Räumen des Hohlkörpers 2 erfolgen. Hier soll jedoch vorteilhafterweise der Fügevorgang mittels fluidischem Innenhochdruckes, der im Innern des Hohlkörpers 2 erzeugt wird, ausgeführt werden. Zu dem Innenhochdruckfügen sind mehrere Techniken denkbar. Beispielsweise kann der Hohlkörper 2 mit der aufgeschobenen Lagerhülse 7 und dem aufgeschobenen Ausgleichsgewicht 5 in eine Innenhochdruckumformmatrize eingelegt werden, wobei die Matrize außerhalb der zu erzeugenden Fügestellen die negative Kontur der Ausgleichswelle 1 aufweist. Am Ort der aufgeschobenen Füge-
teile, d. h. der Lagerhülse 7 und des Ausgleichsgewichtes 5, ist die Matrize derart ausgebildet, dass die Füge-
teile dort mit vorgegebenem Spiel gelagert sind. Schließlich wird im gesamten Hohlkörper 2 ein fluidischer Innenhochdruck erzeugt, der den Hohlkörper 2 nur an den Fügestellen plastisch aufwei-

tet, währenddessen es außerhalb der Fügestellen durch die Anlage des Hohlkörpers 2 an der Gravur der Umformmatrize zu keinem unkontrollierten Verformen des Hohlkörpers 2 kommt. Der Außenumfang 4 des Hohlkörpers 2 legt sich durch die plastische Aufweitung des Hohlkörpers 2 an der Wandung der Durchgangsöffnung 13 der Nabe an, wie auch gleichzeitig an der Bohrungswandung der Lagerhülse 7. Der Hohlkörper 2 wird nun weiter kurzfristig aufgeweitet, wodurch über seine jeweilige Anlage die Lagerhülse 7 und das Ausgleichsgewicht 5 bzw. die Nabe 12 plastisch aufgeweitet wird. Nach Entspannen des Druckfluids innerhalb des Hohlkörpers 2 federt das Material der Lagerhülse 7 und der Nabe 12 bzw. des Ausgleichsgewichts 5 zurück, währenddessen der Hohlkörper 2 in seiner aufgeweiteten plastischen Ausbildung verbleibt. Hierbei entsteht eine extrem hohe Presspassung. Eine weitere denkbare Möglichkeit des Einsatzes der Innenhochdrucktechnik besteht darin, dass zwei verfahrbare Stempel jeweils in das linke und das rechte Ende des Hohlkörpers 2 eingefahren werden, bis sie einen festgelegten axialen Abstand zueinander einnehmen. Durch diesen Abstand wird ein Zwischenraum begrenzt, der in Fügelage unterhalb der Fügeteile zu liegen kommt. Anschließend wird über einen der Stempel oder beide Stempel Druckfluid in den Zwischenraum eingeleitet und ein Hochdruck erzeugt. Mittels dieses Hochdrucks wird der Hohlkörper 2 nur an der Stelle der Fügeteile plastisch aufgeweitet. Eine weitere, besonders vorteilhafte Variante der Innenhochdrucktechnik besteht in dem Einschieben einer Aufweitlanze in den Hohlkörper 2, wobei innerhalb der Aufweitlanze ein axialer Druckfluidkanal verläuft, von dem aus radiale kurze Kanäle, bzw. es ist auch die Abzweigung von nur einem einzelnen Kanal denkbar, abgehen und am Außenmantel der Aufweitlanze ausmünden. Die Mündungsöffnungen sind dabei axial durch Ringdichtungen seitlich begrenzt und schließen dabei einen Aufweitraum ein. Beim Einschieben der Aufweitlanze in den Hohlkörper 2 schmiegen sich

die Ringdichtungen an der Innenseite des Hohlkörpers 2 an. Nach Erreichen einer gewünschten Einschiebelänge befindet sich der jeweilige Aufweitraum unterhalb der Fügestelle des jeweiligen Fügeteils. Sodann kann die Aufweitung des Hohlkörpers 2 durch Einleiten eines Druckfluides über die erwähnten Kanäle erfolgen. Bei der Anordnung von mehreren Aufweiträumen können die Fügeteile gleichzeitig gefügt werden oder bei der Anordnung von nur einem Aufweitraum sequentiell mit dem Hohlkörper 2 gefügt werden. Die letztgenannte Variante der Innenhochdrucktechnik benötigt nur geringen apparativen Aufwand und ermöglicht eine besonders schnelle Herstellung der Ausgleichswelle 1. Alsdann wird der mit der Lagerhülse 7 und dem Ausgleichsgewicht 5 gefügte Hohlkörper 2 an seinem Ende 9 mit dem Anbindungsbauteil 10 reibverschweißt, wodurch zwischen diesem und dem Hohlkörper eine einstückige Verbindung entsteht. Das Anbindungsbauteil 10 verschließt dabei den Hohlkörper 2. Alternativ ist jedoch auch denkbar, den Hohlkörper 2 ohne die Fügeteile in einem ersten Arbeitsschritt schon mit dem Anbindungsbauteil 10 zu verbinden, wonach das Fügen mit den Fügeteilen gemäß der ersten und dritten Variante der Innenhochdrucktechnik vonstattengehen kann.

Eine zusätzliche Erhöhung des Haltes der Fügeteile, insbesondere des Ausgleichsgewichts 5 auf dem Hohlkörper 2, und damit der Betriebssicherheit der Ausgleichswelle 1 kann durch die Ausbildung eines Formschlusses erreicht werden. Hierzu werden an der Wandung der ansonsten kreiszylindrischen Durchgangsöffnung 13 der Nabe 12 axial verlaufende Rillen 14 ausgebildet, die nichtrotationssymmetrische Flächen der Durchgangsöffnung 13 darstellen. Nachdem nun das Ausgleichsgewicht 5 mit der den Hohlkörper 2 lokal umschließenden Nabe 12 auf dem Hohlkörper 2 aufgeschoben und entsprechend positioniert wurde, wird - wie gehabt - ein fluidischer Innenhochdruck erzeugt, der den Hohlkörper 2 plastisch aufweitet. Dabei wird

das Hohlkörpermaterial in die Rillen 14 verdrängt, wo es zumindest teilweise eine Anlage findet und sich in den Rillen 14 verkrallt. Der gewünschte Formschluss ist somit erreicht. Ein derartig ausgebildeter Formschluss ist auch bei jedem der aufgeschobenen Funktionselemente denkbar. Durch die Erhöhung des Haltes des Ausgleichgewichts 5 und der Funktionselemente auf dem Hohlkörper 2 über den Formschluss kann auf andere arbeitsintensivere haltfördernde Bearbeitungsverfahren wie ein Raustrahlen der Wandung der Durchgangsöffnung 13 der Nabe 12 bzw. der Wandung der Bohrung 11 der Funktionselemente eingespart werden.

Abrundend sei hier noch auf Figur 3 verwiesen, in der ein rohrförmiger Hohlkörper 2 dargestellt ist, auf den ein Ausgleichsgewicht 5 mit seiner Nabe 12 eine Lagerhülse 7 und ein Kettenrad 15 mit Spiel aufgeschoben und schließlich mit Innenhochdruck gefügt sind. Gleichfalls können auch Sensorringe auf dem Hohlkörper 2 gefügt werden.

DaimlerChrysler AG

Patentansprüche

1. Ausgleichswelle für eine Brennkraftmaschine, welche aus einem rohrförmigen Hohlkörper besteht, und ein Ausgleichsgewicht sowie auf dem Hohlkörper angeordnete Funktionselemente aufweist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Ausgleichsgewicht (5) am Außenumfang (4) des Hohlkörpers (2) angeordnet und befestigt ist.
2. Ausgleichswelle nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Ausgleichsgewicht (5) an einer Nabe (12) angeformt ist, die den Hohlkörper (2) lokal umschließt und an diesem befestigt ist.
3. Ausgleichswelle nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Ausgleichsgewicht (5) in einer Presspassung mit dem Hohlkörper (2) verbunden ist.
4. Ausgleichswelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Funktionselemente als einzelne Bauteile auf dem Hohlkörper (2) angeordnet und mit diesem in einer

Presspassung verbunden sind.

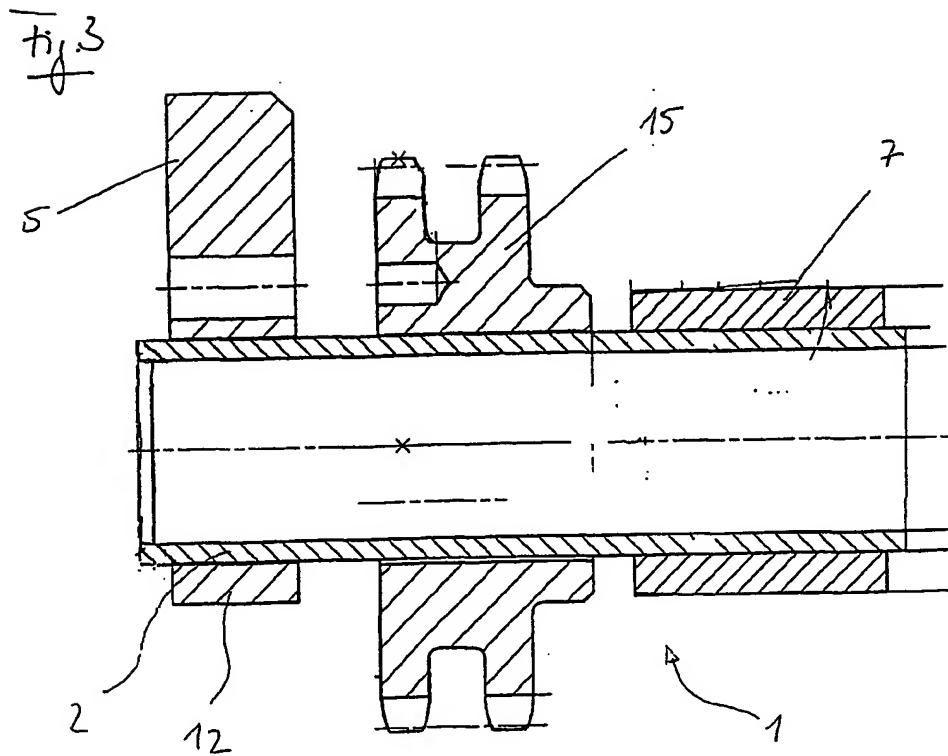
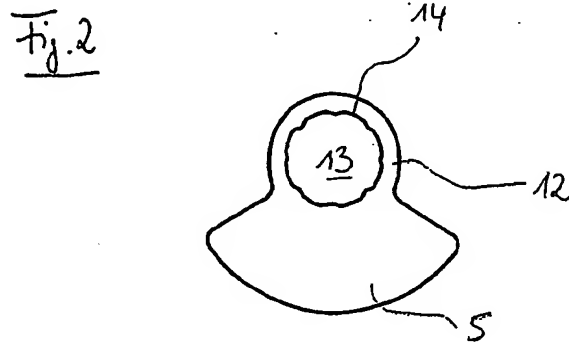
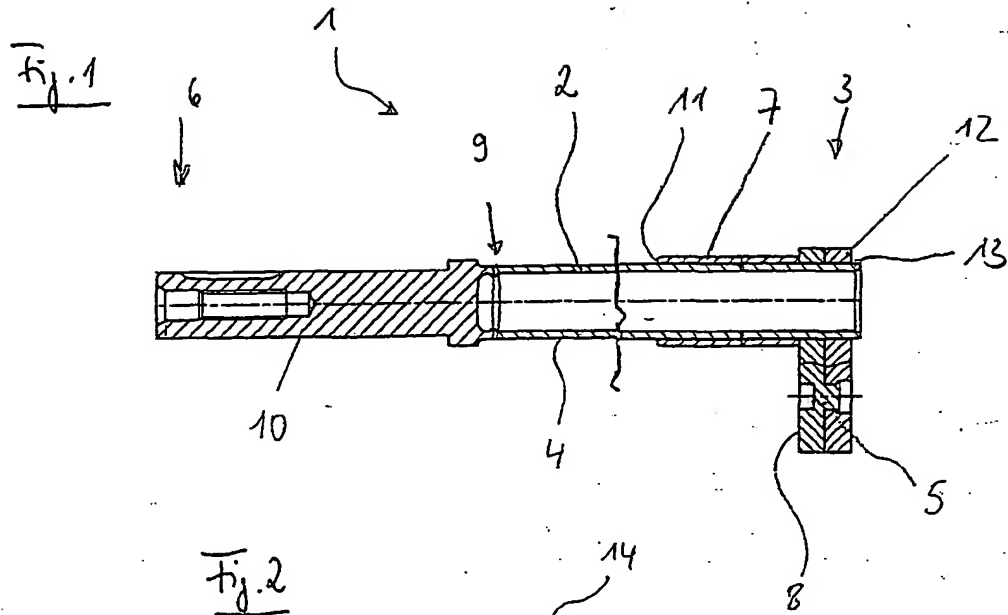
5. Ausgleichswelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Ausgleichsgewicht (5) und/oder die
Funktionselemente zusätzlich formschlüssig mit dem
Hohlkörper (2) verbunden sind.
6. Ausgleichswelle nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Hohlkörper (2) an der Stelle seiner Verbindung
mit dem Ausgleichsgewicht (5) plastisch aufgeweitet ist,
und dass das Ausgleichsgewicht (5) an dieser Stelle
elastisch rückfedernd aufgeweitet ist.
7. Ausgleichswelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Hohlkörper (2) einenends mit einem
Anbindungsbauteil (10) für Antriebsbauteile wie
Kettenräder oder Zentrifugen einstückig verbunden ist,
wobei das Anbindungsbauteil (10) den Hohlkörper (2)
verschließt.
8. Verfahren zur Herstellung einer Ausgleichswelle, wobei
eine Ausgleichsgewicht sowie Funktionselemente an einem
rohrförmigen Hohlkörper befestigt werden,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Ausgleichsgewicht (5) am Außenumfang (4) des
Hohlkörpers (2) positioniert und dort befestigt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Ausgleichsgewicht (5) mittels einer Nabe (12),
an der es angeformt ist, auf den Hohlkörper (2) geschoben

und anschließend befestigt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das auf dem Hohlkörper (2) positionierte
Ausgleichsgewicht (5) mit diesem unter Bildung einer
Presspassung verbunden wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Funktionselemente als einzelne Bauteile auf den
Hohlkörper (2) mit einer Bohrung (11) geschoben und
anschließend mit diesem unter Bildung einer Presspassung
verbunden werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Presspassung durch partielles Aufweiten des
Hohlkörpers (2) mittels fluidischen Innenhochdrucks
gebildet wird, wobei der Hohlkörper (2) an der Stelle des
aufgeschobenen Ausgleichsgewichts (5) und/oder der
Funktionselemente lokal plastisch und das
Ausgleichsgewicht (5) und/oder die Funktionselemente
elastisch zurückfedernd aufgeweitet werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Wandung der Durchgangsöffnung (13) der Nabe (12)
und/oder der Wandung der Bohrung (11), mit der das
Ausgleichsgewicht (5) und/oder die Funktionselemente auf
den Hohlkörper (2) aufgeschoben werden, nicht-
rotationssymmetrisch ausgebildet wird, und dass mittels
fluidischen Innenhochdrucks der Hohlkörper (2) durch
zumindest teilweise Anlage an nicht-

rotationssymmetrischen Flächen der Wandung der Durchgangsöffnung (13) der Nabe (12) und/oder der Wandung der Bohrung (11) mit dem Ausgleichsgewicht (5) und/oder den Funktionselementen formschlüssig verbunden wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest eines der offenen Enden (9) des Hohlkörpers (2) mit einem das Ende verschließenden Anbindungsbauteil (10) für Antriebsbauteile wie Kettenräder oder Zentrifugen reibverschweißt wird.



A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16F15/26 B21D53/84

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F16F B21D B23P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X | FR 2 129 411 A (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 27 October 1972 (1972-10-27) page 4, paragraph 2; figures 1,2 | 1-5, 7-11,14 |
| Y | ----- | 6,12,13 |
| X | DE 198 37 091 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 24 February 2000 (2000-02-24) column 1, line 53 - line 56; figures 1,2 | 1-5, 7-11,14 |
| X | DE 975 104 C (DAIMLER BENZ AG) 10 August 1961 (1961-08-10) figures | 1 |
| X | FR 819 193 A (PROCEDES DABEG SOC D EXPL DES) 12 October 1937 (1937-10-12) figure 5 | 1 |
| | ----- -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 August 2004

Date of mailing of the international search report

03/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pemberton, P

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|--|-----------------------|
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| Y | GB 2 050 207 A (MANNESMANN AG) 7 January 1981 (1981-01-07) abstract; figures | 6,12,13 |
| A | WO 01/29447 A (STEYR DAIMLER PUCH AG ; STUECKLER JOHANN (AT)) 26 April 2001 (2001-04-26) | |
| A | US 2003/029027 A1 (KRUESMANN MARTIN ET AL) 13 February 2003 (2003-02-13) | |

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| FR 2129411 | A | 27-10-1972 | DE 2113193 A1 | 28-09-1972 |
| | | | AT 322285 B | 12-05-1975 |
| | | | CS 153431 B2 | 25-02-1974 |
| | | | FR 2129411 A5 | 27-10-1972 |
| | | | GB 1367831 A | 25-09-1974 |
| | | | IT 947662 B | 30-05-1973 |
| DE 19837091 | A | 24-02-2000 | DE 19837091 A1 | 24-02-2000 |
| DE 975104 | C | 10-08-1961 | CH 331328 A | 15-07-1958 |
| | | | FR 1122102 A | 03-09-1956 |
| | | | US 2914963 A | 01-12-1959 |
| | | | US 2914964 A | 01-12-1959 |
| FR 819193 | A | 12-10-1937 | NONE | |
| GB 2050207 | A | 07-01-1981 | DE 2922509 A1 | 04-12-1980 |
| | | | DD 151126 A5 | 08-10-1981 |
| | | | FR 2457737 A1 | 26-12-1980 |
| | | | IT 1149836 B | 10-12-1986 |
| | | | JP 55161540 A | 16-12-1980 |
| | | | SE 8004069 A | 01-12-1980 |
| WO 0129447 | A | 26-04-2001 | AT 5222 U1 | 25-04-2002 |
| | | | WO 0129447 A1 | 26-04-2001 |
| | | | AT 270403 T | 15-07-2004 |
| | | | AU 7761700 A | 30-04-2001 |
| | | | CA 2388093 A1 | 26-04-2001 |
| | | | CZ 20021299 A3 | 16-10-2002 |
| | | | DE 50006978 D1 | 05-08-2004 |
| | | | EP 1222411 A1 | 17-07-2002 |
| | | | HU 0203426 A2 | 28-02-2003 |
| | | | JP 2003529723 T | 07-10-2003 |
| | | | | |
| US 2003029027 | A1 | 13-02-2003 | DE 19957508 C1 | 04-01-2001 |
| | | | US 2001004804 A1 | 28-06-2001 |

| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F16F15/26 B21D53/84 | | |
|---|---|--|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK | | |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F16F B21D B23P | | |
| Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen | | |
| Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, PAJ, WPI Data | | |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | FR 2 129 411 A (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 27. Oktober 1972 (1972-10-27) Seite 4, Absatz 2; Abbildungen 1,2 | 1-5, 7-11,14 |
| Y | | 6,12,13 |
| X | DE 198 37 091 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 24. Februar 2000 (2000-02-24) Spalte 1, Zeile 53 - Zeile 56; Abbildungen 1,2 | 1-5, 7-11,14 |
| X | DE 975 104 C (DAIMLER BENZ AG) 10. August 1961 (1961-08-10) Abbildungen | 1 |
| X | FR 819 193 A (PROCEDES DABEG SOC D EXPL DES) 12. Oktober 1937 (1937-10-12) Abbildung 5 | 1 |
| | ----- -/- | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie | | |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist | | |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 25. August 2004 | | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 03/09/2004 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Bevollmächtigter Bediensteter Pemberton, P |

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| Y | GB 2 050 207 A (MANNESSMANN AG) 7. Januar 1981 (1981-01-07) Zusammenfassung; Abbildungen | 6,12,13 |
| A | WO 01/29447 A (STEUR DAIMLER PÜCH AG ; STUECKLER JOHANN (AT)) 26. April 2001 (2001-04-26) | |
| A | US 2003/029027 A1 (KRUSSMANN MARTIN ET AL) 13. Februar 2003 (2003-02-13) | |

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| FR 2129411 | A | 27-10-1972 | DE 2113193 A1 | 28-09-1972 |
| | | | AT 322285 B | 12-05-1975 |
| | | | CS 153431 B2 | 25-02-1974 |
| | | | FR 2129411 A5 | 27-10-1972 |
| | | | GB 1367831 A | 25-09-1974 |
| | | | IT 947662 B | 30-05-1973 |
| DE 19837091 | A | 24-02-2000 | DE 19837091 A1 | 24-02-2000 |
| DE 975104 | C | 10-08-1961 | CH 331328 A | 15-07-1958 |
| | | | FR 1122102 A | 03-09-1956 |
| | | | US 2914963 A | 01-12-1959 |
| | | | US 2914964 A | 01-12-1959 |
| FR 819193 | A | 12-10-1937 | KEINE | |
| GB 2050207 | A | 07-01-1981 | DE 2922509 A1 | 04-12-1980 |
| | | | DD 151126 A5 | 08-10-1981 |
| | | | FR 2457737 A1 | 26-12-1980 |
| | | | IT 1149836 B | 10-12-1986 |
| | | | JP 55161540 A | 16-12-1980 |
| | | | SE 8004069 A | 01-12-1980 |
| WO 0129447 | A | 26-04-2001 | AT 5222 U1 | 25-04-2002 |
| | | | WO 0129447 A1 | 26-04-2001 |
| | | | AT 270403 T | 15-07-2004 |
| | | | AU 7761700 A | 30-04-2001 |
| | | | CA 2388093 A1 | 26-04-2001 |
| | | | CZ 20021299 A3 | 16-10-2002 |
| | | | DE 50006978 D1 | 05-08-2004 |
| | | | EP 1222411 A1 | 17-07-2002 |
| | | | HU 0203426 A2 | 28-02-2003 |
| | | | JP 2003529723 T | 07-10-2003 |
| US 2003029027 | A1 | 13-02-2003 | DE 19957508 C1 | 04-01-2001 |
| | | | US 2001004804 A1 | 28-06-2001 |